

Method for the automatic recognition of surface defects in body shells and device for carrying out said method

Publication number: DE19730885

Publication date: 1999-01-21

Inventor: ALDERS KLAUS DR (DE); WAN GANG DR (DE); LEHE MARTINA DIPL ING (DE)

Applicant: AUDI NSU AUTO UNION AG (DE)

Classification:

- **international:** **G01B11/25; G01N21/88; G01B11/24; G01N21/88;**
(IPC1-7): G01N21/88; G01N21/88; G01M11/08;
G01M19/00

- **european:** G01N21/88K

Application number: DE19971030885 19970718

Priority number(s): DE19971030885 19970718

Also published as:

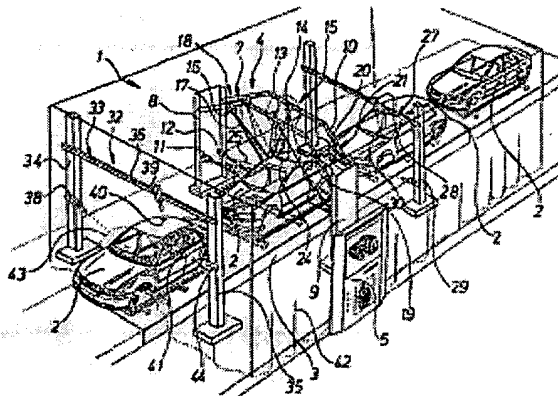
WO9904248 (A1)
WO9904248 (A1)
EP0995108 (A1)
EP0995108 (A1)
US6320654 (B1)

more >>

Report a data error here

Abstract of DE19730885

The invention relates to a method for the automatic recognition of surface defects in body shells (2) and a device (1) for carrying out said method. According to the invention, a disk-shaped light tunnel is generated by means of an optical measuring device (4) via a projection device (11, 13, 16, 19), through which light tunnel the body shell (2) is transported. A measuring strip (24) of the surface of the body shell (2) situated in a plane at right angles to said body shell (2) is illuminated. Light (25) reflected from the illuminated measuring strip (24) is detected at a defined angle by means of a camera unit (12, 14, 17, 20) and sent to a computer (5) in the form of a measurement signal. In the computer surface irregularities are recognized by way of comparison with stored defect models as relevant surface defects (40, 41) requiring reworking. The device (1) for carrying out this method essentially comprises a conveyor means (3) for transporting body shells (2) and an optical measuring device (4) which surrounds the conveyor means (3) with a carrying structure (7) at right angles to the direction of conveyance.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 30 885 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶
G 01 N 21/88
G 01 M 19/00
G 01 M 11/08
// G 01 N 21/88

②① Aktenzeichen: 197 30 885.6
②② Anmeldetag: 18. 7. 97
②③ Offenlegungstag: 21. 1. 99

DE 197 30 885 A 1

⑦① Anmelder:
Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦② Erfinder:
Alders, Klaus, Dr., 85095 Denkendorf, DE; Wan,
Gang, Dr., 88633 Neuburg, DE; Lehe, Martina,
Dipl.-Ing., 85134 Stammham, DE

⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

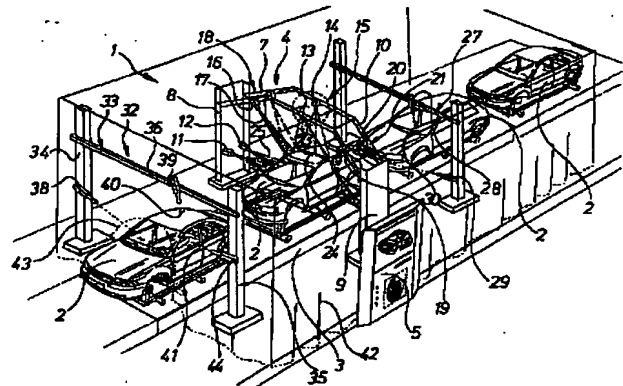
DE 38 13 239 C2
DE 195 34 145 A1
DE 43 38 223 A1
DE 40 41 166 A1
DE 37 12 513 A1
US 54 14 518
US 49 89 981
US 47 92 232

Topographiemessungen mit Projektions-Moiré
Techniken. In: Laser Magazin 3/93, S.8,9;
MARSZALEC, Janusz, MYLLYLÄ, Risto,
LAMMASNIEMI, Jorma: A LED-array-based
range-imaging sensor¹ for fast three-
dimensional shape measurements. In: Sensors
and Actuators A 46-47, 1995, S.501-505;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑥④ Verfahren zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑥⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien (2) und eine Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens. Erfindungsgemäß wird in dem Verfahren durch eine optische Meßvorrichtung (4) über eine Projektionsvorrichtung (11, 13, 16, 19) ein scheibenförmiger Lichttunnel erzeugt, durch den die Rohkarosserie (2) transportiert und dabei jeweils ein in einer Querebene der Rohkarosserie (2) liegender Meßstreifen (24) der Oberfläche der Rohkarosserie (2) bestrahlt wird. Mittels einer Kamervorrichtung (12, 14, 17, 20) wird vom bestrahlten Meßstreifen (24) reflektiertes Licht (25) unter einem definierten Winkel erfaßt und als Meßsignal einer Rechneranlage (5) zugeführt. Dort werden Oberflächenunebenheiten durch einen Vergleich mit abgelegten Fehlermustern als relevante, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler (40, 41) erkannt. Die Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens umfaßt im wesentlichen ein Fördermittel (3) zum Transport von Rohkarosserien (2) und eine optische Meßvorrichtung (4), die das Fördermittel (3) quer zu dessen Förderrichtung mit einer Tragstruktur (7) umgibt. Eine Projektionsvorrichtung (11, 13, 16, 19) und eine Kamervorrichtung (12, 14, 17, 20) sind Bestandteil der optischen Meßvorrichtung (4).



DE 197 30 885 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Rohbaukarosserien, die vom Karosserierohbau an die Lackieranlage weitergeleitet werden, haben regelmäßige Oberflächenfehler, die ohne Nachbearbeitung nach der Lackierung von einem Kunden als qualitätsmindernde Fehler erkannt werden würden. Es ist daher erforderlich, solche Oberflächenfehler an Rohkarosserien festzustellen und nachzuarbeiten.

Bisher werden in der Serienproduktion relevante Oberflächenfehler subjektiv durch eine Prüfperson erkannt und beurteilt, insbesondere durch Fühlen mit Handschuben, durch Visualisierung von verschiedenen Blickrichtungen und ggf. durch Abziehen mit einem Schleifstein, wenn die Prüfperson die Erfahrung hat, daß an bestimmten Stellen eines Rohkarosserientyps oft Oberflächenfehler auftreten.

Solche Oberflächenfehler können Dellen/Beulen, Einfall/Eindrückungen, Punktspritzer/Lötporen sowie Unebenheiten/Welligkeiten, etc. sein. Die geometrischen Einflußgrößen bei der Beurteilung sind Tiefe, Ausdehnung, Gradienten, Oberflächenkrümmungen, örtliche Frequenzen von Wellungen und Positionen von Oberflächenfehlern. Die Beurteilung, ob ein Oberflächenfehler für eine Nachbearbeitung relevant ist, hängt regelmäßig von der Beurteilung einer Kombination der vorstehend genannten Einflußgrößen ab; z. B. wird eine Delle mit einer Tiefe 20 µm bei einer Ausdehnung von 50 mm leicht erkannt und muß nachgearbeitet werden, während eine Delle mit gleicher Tiefe bei einer Ausdehnung von 200 mm regelmäßig nicht mehr als qualitätsmindernder Oberflächenfehler erkannt wird und somit keine Nacharbeit erforderlich ist. Solche Kombinationen und Relationen von Einflußfaktoren werden bei der subjektiven Beurteilung durch eine Prüfperson zwangsläufig durchgeführt, wobei zwischen den verschiedenen, durch solche Kombinationen vorliegenden, relevanten Oberflächenfehlern keine scharfen Grenzen bestehen.

Aufgrund der vorstehenden komplexen und unterschiedlichen Fehlermuster war bisher eine automatisierte, maschinelle Erkennung solcher relevanter Oberflächenfehler bisher nicht möglich.

Zudem ist die Oberfläche von Rohkarosserien aus dem Rohbau oft mit einem Ölfilm überzogen, matt, diffus und verschmutzt, was die subjektive Erkennung von Oberflächenfehlern durch eine Prüfperson und ebenso eine automatisierte Erkennung erschwert. Nicht erkannte, relevante Oberflächenfehler an der Rohbaukarosserie werden dann erst nach der Grundlackierung erkannt, wo eine weitere Überprüfung erforderlich ist. Ersichtlich ist der Aufwand für eine Nacharbeit an Oberflächenfehlern um so größer, je weiter die Karosserie bereits im Herstellungsprozeß, insbesondere im Lackierprozeß fortgeschritten ist.

Um den hohen Aufwand für die Erkennung von relevanten Oberflächenfehlern und für eine regelmäßige, späte Nachbearbeitung nach der Grundlackierung zu reduzieren, wurden bereits eine Reihe von Anstrengungen und Versuchen durchgeführt, um eine Erkennung von relevanten, eine Nacharbeit benötigende Oberflächenfehler durch Meßeinrichtungen und Maschinen zu automatisieren, wobei möglichst alle relevanten Oberflächenfehler bereits vor der Lackierung erkannt werden sollen.

Bekannte Systeme arbeiten beispielsweise mit Streifenprojektionsverfahren oder auf der Grundlage der Moiré/Interferometrie, wo mit Hilfe von Phasenshift-Verfahren aus-

reichende Meßgenauigkeiten von ca. 10 µm erreichbar sind. Allerdings benötigen diese Verfahren für die Erfassung und Auswertung einer Fläche von ca. 200 mm × 300 mm eine Zeit von ca. 1 Minute. Damit sind diese Meßverfahren für die Serienproduktion erheblich zu langsam, wo eine übliche Förderbandgeschwindigkeit für Rohkarosserien bei ca. 4 m pro Minute liegt.

Ein dazu alternatives, bekanntes Verfahren mit der Bezeichnung Retroreflex-Verfahren wurde ebenfalls zur Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien getestet. Bei diesem Verfahren strahlt ein Lichtbündel auf die Oberfläche der Rohkarosserie. Die Strahlung wird im Einfallswinkel von einem Retroreflektor reflektiert, der senkrecht zur Prüfoberfläche positioniert ist. Durch mehrfache Reflexion des Lichtstrahls werden Oberflächenfehler ausgeprägt dargestellt und sind dadurch mit relativ einfachen Bildverarbeitungsfunktionen zu detektieren. Dieses Verfahren ist allerdings nachteilig nur unter Einsatz eines Glanzmittels möglich. Dieses Glanzmittel ist vor der Erfassung und Erkennung auf die Oberfläche aufzutragen und nach der Erkennung wieder abzuwaschen. Dies stellt einen aufwendigen, zusätzlichen Arbeitsgang mit Kosten für das Glanzmittel dar. Zudem ist das Glanzmittel eine umweltschädliche Chemikalie mit dem Problem der Entsorgung. Somit scheidet auch dieses Verfahren für den Einsatz in der Serienproduktion aus.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern, die einer Nacharbeit bedürfen, zu schaffen, das für die Serienproduktion geeignet ist, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß Anspruch 1 wird eine Rohkarosserie auf einem Fördermittel gesteuert durch eine optische Meßvorrichtung transportiert. Diese optische Meßvorrichtung umfaßt eine Projektionsvorrichtung, die einen etwa quer zur Förderichtung verlaufenden, scheibenförmigen Lichttunnel als Lichtvorhang erzeugt, durch den eine Rohkarosserie transportiert wird. Dabei wird jeweils ein in einer Querebene der Rohkarosserie liegender Meßstreifen der Oberfläche bestrahlt.

Die Projektionsvorrichtung strahlt eine Gitterstruktur ab, so daß der Meßstreifen entsprechend mit einem definierten Gitterbild aus hellen und dunklen Gitterpunkten, bevorzugt in schwarz-weiß, bestrahlt wird.

Weiter umfaßt die Meßvorrichtung eine Kamervorrichtung, die vom bestrahlten Meßstreifen reflektiertes Licht als Abbildung der Gitterbildpunkte unter einem definierten Winkel erfaßt. Die von der Kamervorrichtung detektierte Lage und Gestalt der Abbildung der reflektierten Gitterbildpunkte, die regelmäßig eine Verschiebung und Verzerrung gegenüber dem abgestrahlten Gitter darstellt, wird als Meßsignal einer Rechneranlage zugeführt.

In der Rechneranlage werden auf der Grundlage des Meßsignals mit an sich bekannten Triangulationsmethoden ggf. unter Berücksichtigung von räumlichen Phasenverschiebungen Oberflächenunebenheiten bestimmt.

Durch Vergleich mit im Rechner abgelegten Fehlermustern werden solche Oberflächenunebenheiten als relevante, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler erkannt.

Mit diesem Verfahren wird vorteilhaft beim Transport der Rohkarosserie durch die optische Meßvorrichtung eine vollständige Erfassung der 3D-Oberflächen der Rohkarosserie erreicht. Durch die verwendete Streifenprojektion und Auswertung eines Meßstreifens und den Einsatz einer Zeilenkamera wird eine Online-Erfassung der 3D-Oberfläche unter den Betriebsbedingungen und mit den Bandgeschwindigkeiten in der Serienproduktion möglich. Anstelle von Nor-

mallicht kann ggf. auch ein Laser-Binstreifen-Projektionsverfahren verwendet werden, bei dem ein Laserstrahl auf die Oberfläche projiziert und mit Hilfe einer Zeilenkamera aufgenommen wird.

Damit wird vorteilhaft eine vollständige und genaue Oberflächenerkennung vor der Lackierung möglich. Diese Fehler werden vorteilhaft mit den vorgeschlagenen Meßverfahren an Rohkarosserien erkannt, die unmittelbar aus dem Rohbau kommen, wo die zu vermessenden Karosserieoberflächen regelmäßig diffus, matt mit unterschiedlichen Farben und oft verschmutzt sind. Durch die vollständige und genaue Erkennung von Oberflächenfehlern vor der Lackierung sind aufwendige Nacharbeiten beim oder nach dem Lackierprozeß weitgehend reduziert, so daß insgesamt bei gesteigerter Qualität geringere Kosten entstehen. Die anfallenden großen Datenmengen sind insbesondere durch die Verwendung der Streifenprojektion und der Zeilenkameras bei hohen Karosseriedurchgangsgeschwindigkeiten von bis zu 5 m/min verarbeitbar.

Vorteilhaft bestehen die Projektionsvorrichtung aus mehreren den durchgehenden Meßstreifen jeweils angrenzend bestrahlenden Strahlern und die Kameravorrichtung aus mehreren den Meßstreifen angrenzend erfassenden Zeilenkameras. Die Strahler und die Zeilenkameras werden dabei gemäß Anspruch 2 im Abstand und Winkel zu dem gerade erfaßten Meßstreifen an der Karosserieoberfläche so gesteuert, daß sie jeweils in einem Abstandsfenster zur Karosseriekontur liegen und/oder ein geeigneter Reflexionswinkel gebildet wird.

Gemäß Anspruch 3 wird eine solche Steuerung vorteilhaft dadurch möglich, daß die Strahler und Zeilenkameras an seitlichen Portalstehern eines Portals verschwenkbar angebracht sind und ein oberer Portalquerträger, der ebenfalls Strahler und Zeilenkameras trägt, entsprechend der Höhenkontur einer Rohkarosserie gesteuert verstellt wird.

Zweckmäßig wird für jeden Fahrzeugtyp und dessen Ausführung, z. B. mit zwei Türen, einem Schiebedach, etc. ein Prüfplan in der Rechenanlage abgelegt, in dem insbesondere die Oberflächenkontur und ggf. systembedingte Oberflächenfehler dieses Fahrzeugtypes berücksichtigt sind. Zur Ansteuerung dieses Prüfplans wird gemäß Anspruch 4 vorgeschlagen, über einen Sensor den Anfang der Rohkarosserie sowie aus einem Fahrzeugdatenträger die entsprechenden Daten an die Rechenanlage zur Aktivierung des zugeordneten Prüfplans zu geben.

Mit der optischen Meßvorrichtung werden Meßdaten der Oberflächenfehler, wie Tiefe, Ausdehnung, örtliche Frequenz mehrerer, beieinanderliegender Oberflächenfehler und die Lage der Oberflächenfehler an der Rohkarosserie erfaßt. Diese Meßdaten werden gemäß Anspruch 5 mit den Daten für abgelegte Fehlermuster verglichen, wobei zusätzlich typische Oberflächenfehler aus dem Bearbeitungsprozeß und zeitliche Häufigkeiten von Oberflächenfehlern in den abgelegten Fehlermustern berücksichtigt werden. Erst durch eine Relation und Kombination dieser Daten erfolgt eine Auswertung und Bestimmung, ob es sich entsprechend einem abgelegten Fehlermuster um einen relevanten, eine Nacharbeit erfordernden Oberflächenfehler handelt.

Ein einziger Grenzwert der vorstehend angegebenen Oberflächenfehler ist für eine erforderliche Nacharbeit regelmäßig nicht aussagefähig.

Um der Rechenanlage die Möglichkeit zur Auswahl relevanter Oberflächenfehler zu geben, wird mit Anspruch 6 vorgeschlagen, Oberflächenfehler, die von einer Prüfperson als relevant erkannt werden, meßtechnisch zu erfassen und diese mit den Meßdaten entsprechend der vorstehenden Kriterien im Rechner als ein Fehlermuster abzulegen. Nach einer Mehrzahl subjektiv erfaßter Oberflächenfehler durch

eine Prüfperson und die Übernahme der entsprechenden objektiv erfaßten Daten als Fehlermuster in die Rechenanlage wird dort ein Katalog von Fehlermustern aufgebaut, die durch das Meßsystem in Verbindung mit der Rechenanlage objektiv erkannt werden.

Um die große Anzahl von anfallenden Daten in der kurzen, zur Verfügung stehenden Zeit auswerten zu können, wird mit Anspruch 7 vorgeschlagen, die Rechenanlage als Rechnerverbund aufzubauen, der aus einem Steuerrechner, einem Meßrechner und einem Auswertungsrechner besteht, die bevorzugt in einer Netzstruktur mit Glasfaserkabeln verbunden sind. Zudem wird gemäß Anspruch 8 eine Software vorgeschlagen, die auf der Neuro-Fuzzy-Technik basiert, wobei Oberflächenfehler unscharf abgebildet, klassifiziert und ggf. korrigiert werden. Weiter soll nach Anspruch 9 eine lernfähige Software verwendet werden, so daß neue Fehlertypen als Fehlermuster einfach ergänzt werden können oder in einem Selbstlernprozeß selbsttätig aufgebaut werden.

In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 10 werden die ermittelten Koordinatendaten für als relevant erkannte Oberflächenfehler nicht nur ausgegeben oder gespeichert, sondern an eine, der Meßvorrichtung nachgeordnete Markiervorrichtung gegeben. Dort wird über steuerbare Markierdüsen entsprechend der ermittelten Koordinatendaten selbsttätig eine entsprechende Markierung der Oberflächenfehler auf die Rohkarosserie aufgebracht. Anschließend können die so markierten, relevanten Oberflächenfehler einfach nachgearbeitet werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird hinsichtlich der Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruch 11 gelöst.

Gemäß Anspruch 11 wird eine Vorrichtung zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien in der Serienproduktion verwendet, die aus einem Fördermittel zum Transport von Rohkarosserien und einer optischen Meßvorrichtung besteht, die das Fördermittel quer zu dessen Förderrichtung mit einer Tragstruktur umgibt.

Die optische Meßvorrichtung besteht aus einer Projektionsvorrichtung aus Strahlern und einer Kameravorrichtung aus Zeilenkameras, die an der Tragstruktur angeordnet sind und die auf eine, durch die optische Meßvorrichtung transportierbare Rohkarosserie gerichtet sind, wobei die Strahler den scheibenförmigen Lichttunnel als Lichtvorhang mit dem definierten Gitterbild als Meßstreifen auf der Oberfläche der Rohkarosserie erzeugen. Die Zeilenkameras erfassen entsprechend das reflektierte Licht als Abbildung der Gitterpunkte. Weiter besteht die Vorrichtung aus einer Rechenanlage zur Bestimmung und Erkennung relevanter, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler, wobei die Rechenanlage mit den Strahlern und Zeilenkameras zur Signalübertragung verbunden ist. Mit einer solchen Vorrichtung sind die vorstehend erwähnten Verfahren mit den dort aufgezeigten Vorteilen durchführbar. Insbesondere ist eine solche Vorrichtung in ihrer Anordnung relativ einfach und platzsparend ausführbar.

Wesentlich für die Genauigkeit des optischen Meßverfahrens ist unter anderem ein erschütterungsfreier und kontinuierlicher Durchgang der Rohkarosserie durch die optische Meßvorrichtung. Dazu wird mit Anspruch 12 als Transportmittel ein kontinuierlich stabil und ruhig laufendes Förderband vorgeschlagen, das gemäß Anspruch 13 beidseitig je über eine eingliedrige Förderkette bewegbar ist.

Nach Anspruch 14 wird als Tragstruktur für die Anordnung der Strahler und Zeilenkameras ein Portal mit wenigstens zwei Portalstehern und einem oberen Portalquerträger vorgeschlagen, wodurch eine günstige räumliche sowie stabile Anordnung erreicht wird. Bevorzugt werden dabei jeweils ein Strahler und eine zugeordnete Zeilenkamera an den Portalstehern und ein Strahler und eine zugeordnete

Zeilenkamera in der Mitte des Portalquerträgers angeordnet. Weiter werden jeweils ein Strahler und eine zugeordnete Zeilenkamera in einem schräg zur Portalmitte hin angestellten Seitenbereich des Portalquerträgers angeordnet. Für einen günstigen Reflexionswinkel wird zudem mit Anspruch 15 vorgeschlagen, jeweils einen Strahler und eine zugeordnete Zeilenkamera in gleicher Höhe und in Förderrichtung der Rohkarosserie versetzt am Portal anzubringen.

Für geeignete Meßabstände und Reflexionswinkel wird zudem mit Anspruch 16 vorgeschlagen, die Strahler und/oder Zeilenkameras gesteuert schwenkbar und/oder Teile der Tragstruktur, bevorzugt den Portalquerträger gesteuert verlagerbar anzuordnen. Die jeweilige Ansteuerung erfolgt über den in der Rechneranlage abgelegten Prüfplan für den jeweiligen Karosserietyp.

Nach Anspruch 17 umfaßt die Vorrichtung zudem Sensoren, z. B. optische Sensoren zur Erfassung des Anfangs und der Lage der Rohkarosserie und zur Erfassung von Karosseriedaten über einen Fahrzeugdatenträger. Diese Sensoren sind mit der Rechneranlage verbunden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist der optischen Meßvorrichtung eine Markier-
vorrichtung nachgeordnet, durch die ebenfalls das Fördermittel führt. Die Markiervorrichtung umfaßt eine ähnliche Tragstruktur wie die optische Meßvorrichtung, wobei diese Tragstruktur ebenfalls als Portal mit zwei seitlichen Portalstehern und wenigstens einen über die Rechneranlage gesteuert höhenverstellbaren Portalquerträger ausgeführt ist. An der Tragstruktur sind gesteuert bewegbare und auslösbare Markierditsen angebracht, die mit wasserlöslicher Farbe zur Markierung von relevanten Oberflächenfehlern beschickt werden.

Für einen variablen Einsatz der gesamten Vorrichtung wird mit Anspruch 19 vorgeschlagen, das Fördermittel und die optische Meßvorrichtung und/oder die Markiervorrichtung als Containereinheit auszubilden. Damit kann diese Einheit in der Prozeßkette sowie in unterschiedlichen Fertigungswerken variabel eingesetzt und einfach transportiert werden.

Da möglicherweise Streulicht die Meßergebnisse verfälschen kann, wird gemäß Anspruch 20 wenigstens im Bereich der optischen Meßvorrichtung eine diese umgebende Abdeckung, bevorzugt ein lichtundurchlässiger Vorhang angebracht. Im Ein- und Austrittsbereich der Rohkarosserien sind entsprechend große Öffnungen freizuhalten.

Die Vorrichtung wird nach Anspruch 21 bevorzugt in der Prozeßkette zwischen Rohbau-Fein-Finish und Grundlackierung, ggf. vor oder nach einer Wascheinrichtung eingeschaltet. Damit wird sichergestellt, daß schon vor der Lackierung relevante Oberflächenfehler automatisiert erkannt und ausgebessert werden, und zudem keine Verunreinigungen, wie Schleifreste, etc. in die Lackierung eingebracht werden.

Anhand einer Zeichnung wird eine Ausführungsform der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Flußdiagramm des Verfahrens, und

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer entsprechenden Vorrichtung.

In der Fig. 1 ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien gezeigt, bei dem eine Rohkarosserie auf einem Fördermittel gesteuert durch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens (Fig. 2) transportiert wird.

Wie dem Flußdiagramm zu entnehmen ist, wird zuerst eine Fahrzeugidentifikation vorgenommen. Dabei werden die auf einem an der Rohkarosserie befestigten Fahrzeugdatenträger enthaltenen Karosseriedaten bezüglich des jewei-

gen Fahrzeugtyps und dessen Ausführung über einen Sensor einer Sensoreinrichtung erfaßt. Im Anschluß daran oder aber auch gleichzeitig mit der Fahrzeugidentifikation wird im Rahmen einer Karosseriepositionierung über einen weiteren Sensor der Sensoreinrichtung der Anfang der Rohkarosserie bestimmt. Diese Daten werden schließlich einer Rechneranlage zugeführt und dadurch ein auf den jeweiligen Fahrzeugtyp abgestimmter Prüfplan, der in der Rechneranlage abgelegt ist, aktiviert.

Dieser Prüfplan ist Teil einer Datenbasis der Rechneranlage, die zur Auswertung einer in kurzer Zeit anfallenden, großen Datenmenge als Rechnerverbund aus Steuerrechner, Meßrechner und Auswertungsrechner aufgebaut ist.

An die Karosseriepositionierung schließt sich eine Online-Oberflächenerfassung an. Diese wird mit Hilfe einer optischen Meßvorrichtung durchgeführt und dient der vollständigen Erfassung der 3D-Oberflächen der Rohkarosserie. Dazu umfaßt die optische Meßvorrichtung eine Projektionsvorrichtung mit mehreren Strahlern und eine Kamavorrichtung mit mehreren Zeilenkameras.

Im einzelnen wird hierbei durch die Strahler ein quer zur Förderrichtung verlaufender, scheibenförmiger Lichttunnel als Lichtvorhang erzeugt, durch den die Rohkarosserie transportiert wird. Dabei wird durch die Strahler jeweils ein in einer Querebene der Rohkarosserie liegender Meßstreifen der Oberfläche der Rohkarosserie bestrahlt. Die Strahler strahlen eine Gitterstruktur ab, so daß der Meßstreifen der Oberfläche der Rohkarosserie mit einem definierten Gitterbild aus helleren und dunkleren Gitterbildpunkten bestrahlt wird. Das vom bestrahlten Meßstreifen reflektierte Licht wird als Abbildung der Gitterbildpunkte unter einem definierten Winkel von den Zeilenkameras erfaßt. Die von den Zeilenkameras ermittelte Lage und Gestalt der Abbildung der reflektierten Gitterbildpunkte, die in der Regel eine Verschiebung und Verzerrung gegenüber dem abgestrahlten Gitter darstellt, wird der Rechneranlage als Meßsignal zugeführt.

Für geeignete Meßabstände und Reflexionswinkel ist es hierbei erforderlich, daß die Strahler und Zeilenkameras jeweils einen vorbestimmten Abstand und Winkel zur Karosseriekontur aufweisen. Dazu werden sie über die Rechneranlage konturgesteuert verstellt. In der Rechneranlage können dann auf der Grundlage dieses Meßsignals mit an sich bekannten Triangulationsmethoden, ggf. unter Berücksichtigung von räumlichen Phasenverschiebungen evt. Oberflächenunebenheiten ermittelt und über entsprechend zugeordnete Flächenkoordinaten auf der Rohkarosserie lokalisiert werden.

Die Auswertung dieser ermittelten Oberflächenunebenheiten und damit die Feststellung, ob es sich um einen nachzuarbeitenden Oberflächenfehler handelt, erfolgt im Rahmen einer auf die Online-Datenerfassung folgenden Erkennung. Dort werden durch einen Vergleich mit im Rechner abgelegten Fehlermustern eines Fehlerkatalogs bestimmte Oberflächenunebenheiten als eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler erkannt.

Im einzelnen werden dabei die mit der optischen Meßvorrichtung erfaßten Meßdaten der Oberflächenunebenheiten, wie Tiefe, Ausdehnung, örtliche Frequenz mehrerer, beieinanderliegender Oberflächenunebenheiten und die Lage der Oberflächenunebenheiten an der Rohkarosserie mit den entsprechenden Daten für die abgelegten Fehlermuster verglichen. Außerdem werden in den Daten für abgelegte Fehlermuster zusätzlich typische Oberflächenfehler aus dem Bearbeitungsprozeß und zeitliche Häufigkeiten von Oberflächenfehlern berücksichtigt und damit dem Vergleichs- und Auswertungsprozeß zugrundegelegt. Erst nachdem dieser Datenvergleich erfolgt ist, werden bestimmte Oberflächenun-

ebenheiten als eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler ermittelt. Ein einziger Grenzwert der vorstehend angegebenen Oberflächenfehler ist für eine erforderliche Nacharbeit in der Regel nicht aussagefähig.

Zur Zusammenstellung eines derartigen Fehlerkatalogs werden von einer Prüfperson als relevant erkannte Oberflächenfehler meßtechnisch erfaßt und in der Rechneranlage als Fehlermuster abgelegt. Nach einer Mehrzahl subjektiv erfaßter Oberflächenfehler durch eine Prüfperson und die Übernahme der entsprechenden objektiv erfaßten Daten als Fehlermuster in die Rechneranlage wird dort schließlich ein Katalog von Fehlermustern aufgebaut, die durch das Meßsystem in Verbindung mit der Rechneranlage objektiv erkannt werden.

Die Software zur Fehlererkennung basiert auf der Neuro-Fuzzy-Technik, die Oberflächenfehler unscharf abbildet, klassifiziert und ggf. korrigiert. Dabei wird die Stärke der Fuzzy-Theorie in der Lösung von komplexen Entscheidungsproblemen ausgenutzt. Wesentlich sind dabei die unscharfen Mengen, sog. Fuzzy-Sets, von Faktoren, die die Entscheidung beeinflussen, und die Verknüpfung, die eine fließende Klassifizierung für die Beurteilung ermöglicht.

Weiter wird eine lernfähige Software verwendet, so daß neue Fehlertypen als Fehlermuster einfach ergänzt werden können oder in einem Selbstlernprozeß selbsttätig aufgebaut werden. Eine derartige Lernfähigkeit des Systems ermöglicht die Technik der neuronalen Netze. Anhand der z. B. von einer Prüfperson erkannten Oberflächenfehler werden die Fehler quantifiziert, analysiert und klassifiziert. Die Menge der eingelernten Beispiele trägt zu einer Zunahme des Wissens bei, so daß das System immer intelligenter wird. Die Realisierung eines Neuro-Fuzzy-Systems unterteilt sich dabei in der Teilschritte der Extraktion der Merkmale der Oberflächenfehler, der Konzeption der Fehlerklasse, der Lernphase und schließlich der Integration.

Während der Realisierung der Software werden die typischen Oberflächenfehler der Karosserietypen erfaßt. Die Merkmale dieser Oberflächenfehler werden analysiert, so daß eine grobe Klassifizierung des Fehlerspektrums entsteht. Nach der Installation der Software folgt die Lernphase, bei der die Oberflächenfehler von mehreren Karosserien vorerst von verschiedenen Prüfpersonen markiert werden. Das System nimmt die Fehler auf, analysiert sie und ergänzt den Fehlerkatalog des Typs. Danach werden weitere Karosserien vom System inspiziert und von den Prüfpersonen nachgeprüft. Dabei werden die nicht relevanten Fehler nochmals markiert und dem System mitgeteilt. Dies dient zur Optimierung der Klassifizierung. Damit können nach der Integration des Systems neue Fehlertypen eingelernt werden. Die Fehler werden dabei nach Häufigkeit sortiert, so daß oft auftretende Fehler schneller erkannt werden.

Die Position der erkannten Fehler wird nach dem Erkennungsprozeß über die Rechneranlage an eine der Meßvorrichtung nachgeordnete Markiervorrichtung weitergegeben. Dort wird über steuerbare Markierdüsen entsprechend der ermittelten Fehlerkoordinatendaten eine entsprechende Markierung der Oberflächenfehler auf die Rohkarosserie aufgebracht. Die Markierung erfolgt dabei mit wasserlöslicher Farbe.

Die so markierten Oberflächenfehler können nunmehr in einer der Markierungseinheit nachgeschalteten Stufe auf einfache Weise nachgearbeitet werden. Sobald eine Rohkarosserie die optische Meßvorrichtung durchlaufen hat, wird die dieser nachfolgende Rohkarosserie mittels der Meßvorrichtung auf die gleiche Art und Weise auf Oberflächenfehler hin untersucht.

Durch die in diesem Verfahren verwendete Streifenprojektion und Auswertung eines Meßstreifens sowie den Ein-

satz einer Zeilenkamera ist eine Online-Oberflächenerfassung unter den Betriebsbedingungen und mit den Bandgeschwindigkeiten in der Serienproduktion möglich.

Eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung 1 zur Durchführung eines Verfahrens zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien 2 ist in der Fig. 2 dargestellt.

Diese Vorrichtung 1 umfaßt im wesentlichen ein Förderband 3 zum Transport von Rohkarosserien 2, eine Sensoreinrichtung 27, eine optische Meßvorrichtung 4, eine Rechneranlage 5 sowie eine Markierungseinrichtung 32.

Für die Genauigkeit des optischen Meßverfahrens ist ein erschütterungsfreier und kontinuierlicher Durchgang der Rohkarosserie 2 durch die optische Meßvorrichtung 4 notwendig. Dazu ist das Förderband 3 kontinuierlich, stabil und ruhig laufend ausgebildet und beidseitig je über eine feingliedrige Förderkette, die hier nicht dargestellt ist, bewegbar.

Der optischen Meßvorrichtung 4 ist eine Sensoreinrichtung 27 vorgeordnet, die einen Sensor 29 zur Erfassung des Anfangs der Rohkarosserie 2 und einen Sensor 28 zur Erfassung von Karosseriedaten über einen Fahrzeugdatenträger 30 umfaßt. Diese Sensoren 28, 29 sind mit der Rechneranlage 5 verbunden, die als Rechnerverbund aufgebaut ist und große Datenmengen in kurzer Zeit verarbeitet. Im einzelnen umfaßt die Rechneranlage 5 einen Steuerrechner, einen Meßrechner und einen Auswertungsrechner, die in einer Netzstruktur mit Glasfaserkabeln verbunden sind.

An die Sensoreinrichtung 27 schließt sich in Förderrichtung des Förderbandes 3 die optische Meßvorrichtung 4 an. Diese umgibt das Förderband 3 quer zu dessen Förderrichtung mit einem Portal 7 als Tragstruktur. Das Portal 7 umfaßt jeweils einen zu beiden Seiten des Förderbandes 3 angeordneten Portalsteher 8, 9 und einen über die Rechneranlage 5 gesteuert höhenverstellbaren, oberen Portalquerträger 10, der an den Portalstehern 8, 9 gelagert ist.

An den Portalstehern 8, 9 ist zur Erfassung der Seitenflächen der Rohkarosserie 2 bei deren Durchgang durch die optische Meßvorrichtung 4 jeweils ein Strahler und eine diesem zugeordnete Zeilenkamera angeordnet, von denen in der Fig. 2 lediglich der Strahler 11 und die Zeilenkamera 12 am Portalsteher 8 dargestellt sind. Weiter sind zur Erfassung der Draufsichtflächen im Dachbereich, Motorhaubenbereich und Gepäckraumbereich der Rohkarosserie 2 ein Strahler 13 und eine zugeordnete Zeilenkamera 14 in einem mittleren Bereich 15 des Portalquerträgers 10 sowie jeweils ein Strahler 16 bzw. 19 und eine zugeordnete Zeilenkamera 17 bzw. 20 in einem schräg zur Portalmitte 15 hin angestellten Seitenbereich 18, 21 des Portalquerträgers 10 angeordnet.

Die Strahler 11, 13, 16, 19 und ihre jeweils zugeordneten Zeilenkameras 12, 14, 17, 20 sind dabei jeweils in gleicher Höhe an dem Portal 7 angebracht, wobei die Strahler 11, 13, 16, 19 jeweils in Förderrichtung der Rohkarosserie 2 versetzt vor den Zeilenkameras 12, 14, 17, 20 angebracht sind. Für geeignete Meßabstände und Reflexionswinkel sind die Strahler 11, 13, 16, 19 und die Zeilenkameras 12, 14, 17, 20 über die Rechneranlage 5 gesteuert schwenkbar an dem Portal 7 angeordnet.

Die Strahler 11, 13, 16, 19 bilden einen scheibenförmigen Lichttunnel 23 als Lichtvorhang mit einem definierten Gitterbild aus helleren und dunkleren Gitterbildpunkten als Meßstreifen 24 auf der Oberfläche der Rohkarosserie 2 aus. Die Zeilenkameras 12, 14, 17 und 20 erfassen das von der Oberfläche der Rohkarosserie 2 reflektierte Licht 25 als Abbildung der Gitterpunkte unter einem definierten Winkel und geben ein entsprechendes Meßsignal ab, das an die Rechneranlage 5 weitergeleitet wird. Dort werden unter Verwendung von an sich bekannten Triangulationsmethoden,

ggf. unter Berücksichtigung von räumlichen Phasenverschiebungen die eine Nacharbeit erfordernden Oberflächenfehler bestimmt.

Der optischen Meßvorrichtung 4 ist eine Markiervorrichtung 32 nachgeordnet. Diese Markiervorrichtung umfaßt ein Portal 33 als Tragstruktur, das aus zwei jeweils seitlich des Förderbandes 3 angeordneten Portalstehern 34, 35 und einem über die Rechneranlage 5 gesteuert höhenverstellbaren Portalquerträger 36 besteht, der an den Portalstehern 34, 35 gelagert ist. An dem Portal 33 sind gesteuert bewegbare und auslösbare Markierdüsen 38, 39, 44 angebracht, die mit wasserlöslicher Farbe zur Markierung von relevanten Oberflächenfehlern 40, 41 beschickt sind. Für eine genaue Fehlerstellenmarkierung darf dabei ein bestimmter Maximalabstand von der Rohkarosserie nicht überschritten werden. Da der Abstand der seitlichen Markierdüsen 38, 44 von den Seitenflächen der Rohkarosserie 2 im wesentlichen stets gleichbleibt, ist lediglich eine konturgesteuerte Abstandsanpassung für die Markierdüse 39 erforderlich, die dazu über den Portalquerträger 36 in der Höhe verstellt wird.

Wie dies in der Fig. 2 lediglich schematisch angedeutet ist, ist die Vorrichtung 1 von einem lichtundurchlässigen Vorhang 42 als Abschirmung gegen Streulicht umgeben. Im Ein- und Austrittsbereich der Rohkarosserien 2 sind dazu entsprechend große Öffnungen 43 freigehalten.

Für einen variablen Einsatz der gesamten Vorrichtung 1 kann das Förderband 3, die optische Meßvorrichtung 4 und die Markiervorrichtung 32 als Containereinheit ausgebildet sein. Ein Einsatz einer derartigen Vorrichtung 1 findet bevorzugt in der Prozeßkette zwischen Rohbau-Fein-Finish und Grundlackierung statt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern an Rohkarosserien, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rohkarosserie (2) auf einem Fördermittel (3) gesteuert durch eine optische Meßvorrichtung (4) transportiert wird, daß die optische Meßvorrichtung (4) eine Projektionsvorrichtung (11, 13, 16, 19) umfaßt, die einen etwa quer zur Förderrichtung verlaufenden, scheibenförmigen Lichttunnel (23) als Lichtvorhang erzeugt, durch den die Rohkarosserie (2) transportiert und dabei jeweils ein in einer Querebene der Rohkarosserie (2) liegender Meßstreifen (24) der Oberfläche der Rohkarosserie (2) bestrahlt wird, daß die Projektionsvorrichtung (11, 13, 16, 19) eine Gitterstruktur abstrahlt und entsprechend der Meßstreifen (24) der Oberfläche der Rohkarosserie (2) mit einem definierten Gitterbild aus helleren und dunkleren Gitterbildpunkten bestrahlt wird, daß die optische Meßvorrichtung (4) eine Kamervorrichtung (12, 14, 17, 20) umfaßt, die vom bestrahlten Meßstreifen (24) der Oberfläche der Rohkarosserie (2) reflektiertes Licht (25) als Abbildung der Gitterbildpunkte unter einem definierten Winkel erfaßt und die von der Kamervorrichtung (12, 14, 17, 20) detektierte Lage und Gestalt der Abbildung der reflektierten Gitterbildpunkte als Meßsignal einer Rechneranlage (5) zugeführt wird, und daß in der Rechneranlage (5) auf der Grundlage des Meßsignals mit an sich bekannten Triangulationsmethoden gegebenenfalls unter Berücksichtigung von räumlichen Phasenverschiebungen Oberflächenunebenheiten bestimmt und durch Vergleich mit abgelegten Fehlermustern als relevante, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler (40, 41) erkannt werden.

dernde Oberflächenfehler (40, 41) erkannt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionsvorrichtung aus mehreren Strahlern (11, 13, 16, 19) besteht und die Kamervorrichtung mehrere Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) umfaßt, wobei die Strahler (11, 13, 16, 19) und Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) zur gleichzeitigen Erfassung des Meßstreifens (24) auf der Oberfläche der Rohkarosserie (2) von oben und von beiden Seiten an einem quer zum Fördermittel (3) stehenden Portal (7) zur Portalmitte (15) gerichtet angeordnet sind, und in ihrer Lage entsprechend der Karosseriekontur konturgesteuert so verstellt werden, daß sie jeweils in einem Abstands Fenster zur Karosseriekontur liegen und/oder ein geeigneter Reflexionswinkel gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß seitliche Portalsteher (8, 9) des Portals (7) ortsfest angebracht sind und zur Erfassung der beiden Seitenflächen der Rohkarosserie (2) Strahler (11) und Zeilenkameras (12) tragen, die gegebenenfalls an festen Lagerpunkten gesteuert verschwenkt werden, und daß ein oberer Portalquerträger (10) höhenverstellbar an den Portalstehern (8, 9) gelagert ist und zur Erfassung der Draufsichtflächen im Dachbereich, Motorhaubenbereich und Gepäckraumbereich Strahler (13, 16, 19) und Zeilenkameras (14, 17, 20) trägt, die gegebenenfalls an festen Lagerpunkten gesteuert verschwenkt werden und der Portalquerträger (10) zudem konturgesteuert in seiner Höhe entsprechend der Höhenkontur der Rohkarosserie (2) verstellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vor Eintritt in die optische Meßvorrichtung (4) über mit der Rechneranlage (5) verbundene Sensoren (28, 29) der Anfang der Rohkarosserie (2) bestimmt wird und von einem an der Rohkarosserie befestigten Fahrzeugdatenträger (30) Daten über den jeweiligen Fahrzeugtyp und dessen Ausführung an die Rechneranlage (5) gegeben werden, wobei ein dort abgelegter, diesem Fahrzeugtyp und dieser Ausführung zugeordneter Prüfplan aktiviert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den abgelegten Fehlermustern als Grenzwerte für relevante, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler (40, 41) Kombinationen aus den folgenden Meßdaten und Systemdaten berücksichtigt sind

- Tiefe der Oberflächenfehler
- Ausdehnung der Oberflächenfehler
- örtliche Frequenz mehrerer beieinanderliegender Oberflächenfehler
- Lage der Oberflächenfehler an der Rohkarosserie
- typische Oberflächenfehler aus dem Bearbeitungsprozeß
- zeitliche Häufigkeit, beispielsweise bedingt durch einen Werkzeugverschleiß.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein relevanter Oberflächenfehler durch eine subjektive Empfindung eines Prüfers mit dem menschlichen Auge und/oder Tastsinn erfaßt wird, und daß dabei die Meß- und Auswerteinrichtung angesteuert wird, die jeweils zu diesem subjektiv erkannten Oberflächenfehler (40, 41) durch die Meßvorrichtung (4) erfaßten objektiven Meßdaten und Systemdaten als ein Fehlermuster zu übernehmen, so daß nach der subjektiven Erfassung einer Mehrzahl von relevanten

Oberflächenfehlern (40, 41) ein entsprechender Katalog von in der Rechenanlage abgelegten, objektiv erfassbaren Fehlermustern aufgebaut ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rechenanlage (5) aus einem Rechnerverband besteht, der aus einem Steuerrechner, einem Meßrechner und einem Auswertungsrechner aufgebaut ist, die bevorzugt in einer Netzstruktur mit Glasfaserkabeln verbunden sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Erkennung von relevanten Oberflächenfehlern (40, 41) verwendete Software auf der Neuro-Fuzzy-Technik basiert, wobei Oberflächenfehler (40, 41) unscharf abgebildet, klassifiziert und ggf. korrigiert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Erkennung von relevanten Oberflächenfehlern (40, 41) verwendete Software lernfähig ist, so daß neue Fehlertypen ergänzt werden können.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohkarosserie (2) nach dem Durchgang durch die optische Meßvorrichtung (4) weiter durch eine Markiervorrichtung (32) mit steuerbaren Markierdüsen (38, 39) transportiert wird, wo anhand der ermittelten Koordinatendaten für die als relevant erkannten Oberflächenfehler (40, 41) dort selbsttätig eine entsprechende Markierung auf die Oberfläche der Rohkarosserie (2) aufgebracht wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung eines der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung (1) zur automatischen Erkennung von Oberflächenfehlern (40, 41) an Rohkarosserien (2) in der Serienproduktion verwendet ist, bestehend aus

- einem Fördermittel (3) zum Transport von Rohkarosserien (2),
- einer optischen Meßvorrichtung (4), die das Fördermittel (3) quer zu dessen Förderrichtung mit einer Tragstruktur (7) umgibt,
- einer Projektionsvorrichtung aus Strahlern (11, 13, 16, 19) und einer Kameravorrichtung aus Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) als Bestandteile der optischen Meßvorrichtung (4), die an der Tragstruktur (7) angeordnet sind und die auf eine auf dem Fördermittel (3) durch die optische Meßvorrichtung (4) transportierbare Rohkarosserie (2) gerichtet sind, wobei die Strahler (11, 13, 16, 19) einen scheibenförmigen Lichttunnel (23) als Lichtvorhang mit einem definierten Gitterbild aus helleren und dunkleren Gitterbildpunkten als Meßstreifen (24) auf der Oberfläche der Rohkarosserie (2) erzeugen und die Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) reflektiertes Licht (25) als Abbildung der Gitterpunkte unter einem definierten Winkel erfassen und ein entsprechendes Meßsignal abgeben, und
- einer Rechenanlage (5), die mit den Strahlern (11, 13, 16, 19) und Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) verbunden ist und die das Meßsignal unter Verwendung von an sich bekannten Triangulationsmethoden gegebenenfalls unter Berücksichtigung von räumlichen Phasenverschiebungen zur Bestimmung relevanter, eine Nacharbeit erfordernde Oberflächenfehler (40, 41) auswertet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördermittel (3) ein kontinuierlich stabil und ruhig laufendes Förderband ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Förderband (3) beidseitig je über eine feingliedrige Förderkette bewegbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Tragstruktur ein Portal (7) mit wenigstens zwei seitlichen Portalstehern (8, 9) und wenigstens einem oberen Portalquerträger (10) ist, und sowohl an den seitlichen Portalstehern (8, 9) als auch am oberen Portalquerträger (10) Strahler (11, 13, 16, 19) und Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) angeordnet sind, wobei bevorzugt jeweils ein Strahler (11) und eine zugeordnete Zeilenkamera (12) an den Portalstehern (8, 9), ein Strahler (13) und eine zugeordnete Zeilenkamera (14) in der Mitte (15) des Portalquerträgers (10) und jeweils ein Strahler (16, 19) und eine zugeordnete Zeilenkamera (17, 20) in einem schräg zur Portalmitte (15) hin angestellten Seitenbereich (18, 21) des Portalquerträgers (10) angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Strahler (11, 13, 16, 19) und eine zugeordnete Zeilenkamera (12, 14, 17, 20) in gleicher Höhe und in Förderrichtung der Rohkarosserie (2) versetzt angebracht sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahler (11, 13, 16, 19) und/oder Zeilenkameras (12, 14, 17, 20) gesteuert schwenkbar sind und/oder Teile der Tragstruktur (7), bevorzugt ein Portalquerträger (10) gesteuert verlagerbar sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der optischen Meßvorrichtung (4) eine Sensoreinrichtung (27) vorgeordnet ist, mit Sensoren (28, 29) zur Erfassung des Anfangs der Rohkarosserie (2) und zur Erfassung von Karosseriedaten über einen Fahrzeugdatenträger (30), und die Sensoren (28, 29) mit der Rechenanlage (5) verbunden sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der optischen Meßvorrichtung (4) eine Markiervorrichtung (32) nachgeordnet ist, die das Fördermittel (3) quer zu dessen Förderrichtung mit einer Tragstruktur (33), bevorzugt mit einem Portal aus wenigstens zwei seitlichen Portalstehern (34, 35) und wenigstens einem über die Rechenanlage (5) gesteuert verlagerbaren Portalquerträger (36) umgibt, und die an der Tragstruktur (33) über die Rechenanlage (5) gesteuert bewegbare und auslösbare Markierdüsen (38, 39) aufweist, zur Markierung von Stellen mit erkannten, relevanten Oberflächenfehlern (40, 41) mit wasserlöslicher Farbe.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Fördermittel (3) und die optische Meßvorrichtung (4) und/oder die Markiervorrichtung (32) eine Einheit als Container bilden.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens im Bereich der optischen Meßvorrichtung (4) eine diese umgebende Abdeckung, bevorzugt ein lichtundurchlässiger Vorhang (42) als Abschirmung gegen Streulicht angebracht ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß diese zwischen den Prozeßketten Rohbau-Fein-Finish und Grundlackierung gegebenenfalls vor oder nach einer Wascheinrichtung

eingeschaltet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

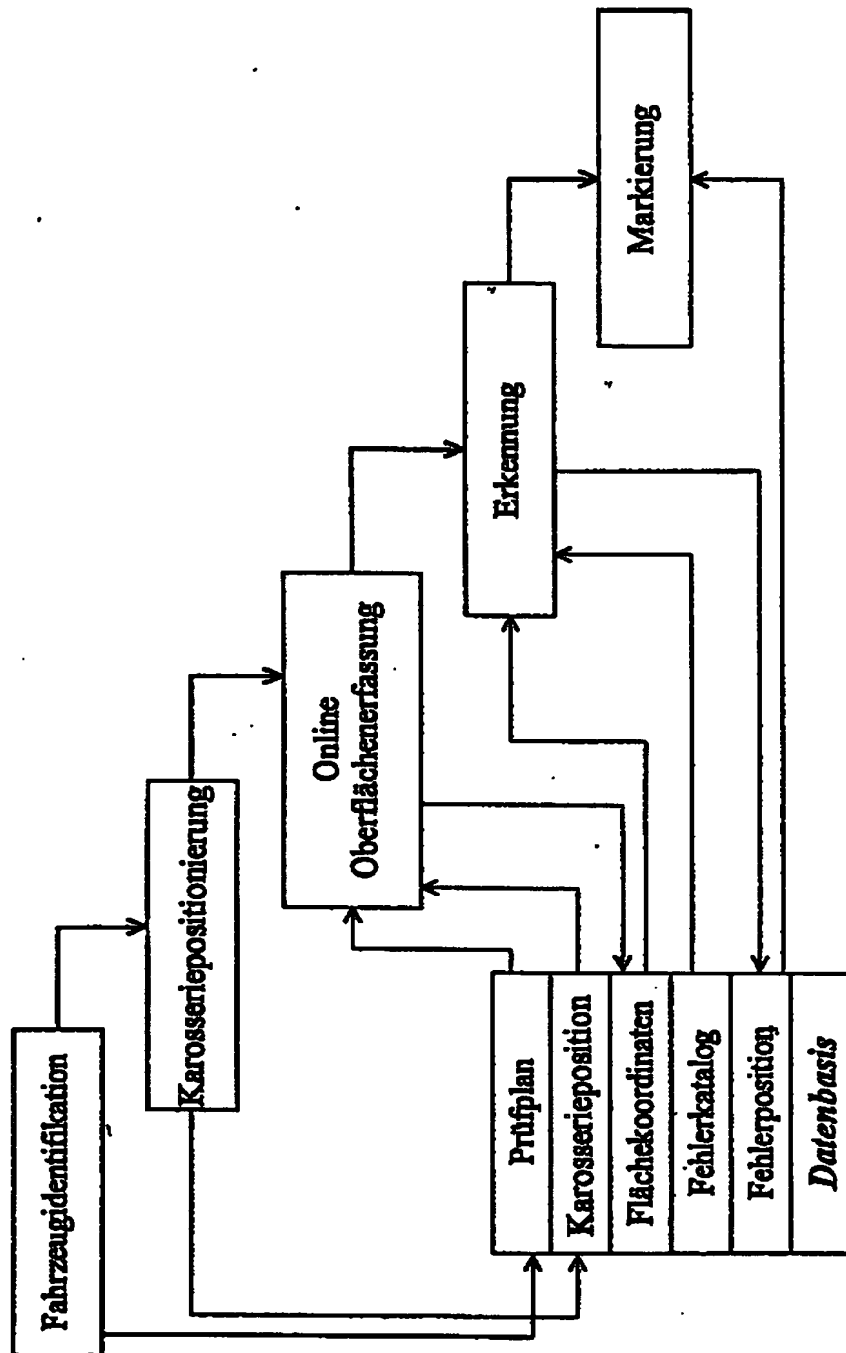


FIG. 1

